المادة : علوم الحياة والأرض　　　　　　　　　　المستوى : الثانية ثانوي إعدادي

الدرس الأول : نظرية تكتونية الصفائح

La Théorie De La Tectonique Des Plaques

تمهيد إشكالي

أدلى العالم الألماني ألفريد فيجنير سنة 1910 بنظرية تكتونية الصفائح (زحزحة القارات) مفادها أن القارات كانت ملتحمة فيما بينها على شكل قارة واحدة تسمى اليابسة الوحيدة (La Pongée) . وبعد ذلك تجزأت هذه الكتلة القارية إلى عدة قارات تفرقت عن بعضها البعض مع مرور الزمن .

- فماهي البراهين العلمية والأدلة الجيولوجية التي اعتمد عليها ألفريد فيجنير لتدعيم نظريته ؟
- ماهي المعطيات العلمية الأخرى التي دعم بها فيجنير نظريته ؟
- كيف يتم قياس حركية الصفائح ؟

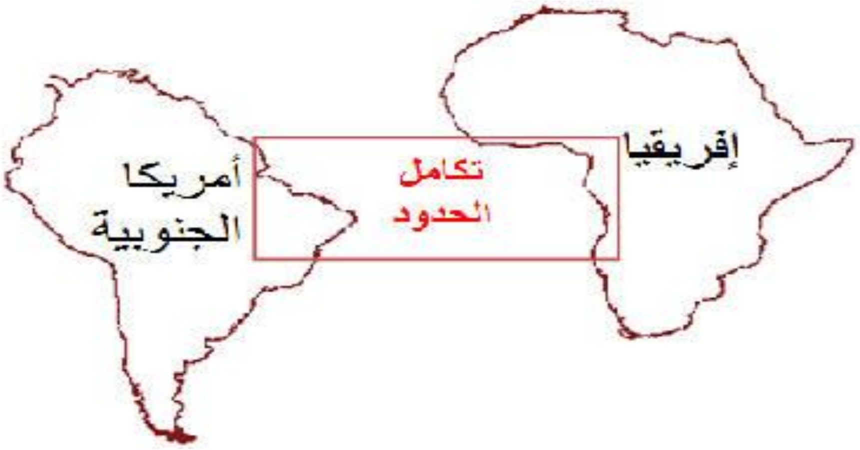
I- البرهنة على زحزحة القارات

عرف سطح الكرة الأرضية تغييرات كبيرة عبر الزمن الجيولوجي تتجلى في تفكك وانفصال الكتل القارية وتباعد بعضها عن البعض ، وتزامن ذلك مع نشوء واتساع المحيطات الحالية.

فماهي البراهين والدراسات التي تدعم نظرية زحزحة القارات ؟

1. البرهان المرفولوجي (الهندسي)

من خلال الوثيقة التالية قارن بين الساحل الغربي لإفريقيا والساحل الشرقي لأمريكا الجنوبية ، ماذا تلاحظ ؟ :



نلاحظ أن هناك تكاملا وتطابقا هندسيا بين الساحل الغربي لإفريقيا والساحل الشرقي لأمريكا الجنوبية مما يدل على أن هاتين القارتين كانتا ملتحمتين.

2. البرهان الجيولوجي (الصخري)

تبين الوثيقة التالية وجود صخور قديمة يتجاوز عمرها مليارين من السنين في كل من افريقيا وأمريكا الجنوبية ، على ماذا يدل وجود صخور من نفس النوع ومن نفس العمر في جهتي المحيط الأطلسي ؟

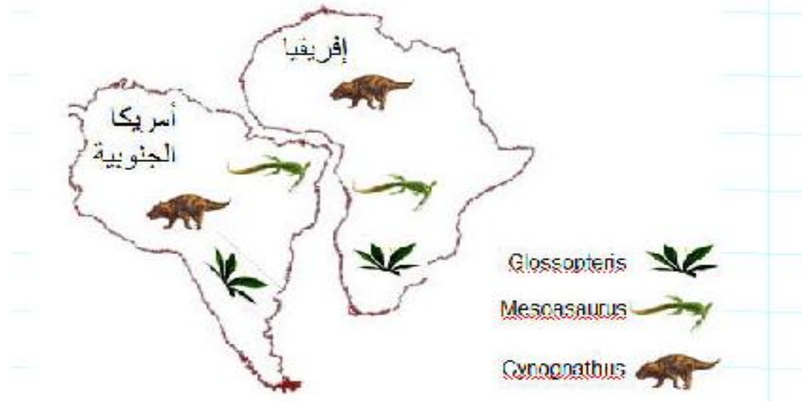
تكامل الكتل الصخرية القديمة بين القارتين أمريكا الجنوبية وإفريقيا.

عند تقريب الخريطتين الجيولوجيتين لكل من إفريقيا وأمريكا الجنوبية، نلاحظ أن الصخور القديمة متطابقة تماما من قارة إلى أخرى. وأنها كتل صخرية تنتمي إلى نفس النوع ولها نفس العمر مما يدل على أن هاتين القارتين كانتا ملتحمتين في ما مضى.

3. البرهان الاستحاثي

كشف العلماء عن وجود مستحاثات لنباتات وحيوانات في مناطق متعددة من القارات ، حيث وجدت مستحاثات الميزوزور (زواحف صغيرة تعيش في المياه العذبة) في منطقتين من إفريقيا وأمريكا الجنوبية. كما تبين الوثيقة التالية : كيف تفسر هذا التوزيع ؟

2 - البرهان الإستحاثي :



مستحاثات الميزوزور (الحقب الأول، المياه العذبة) تتواجد على ضفتي المحيط الأطلسي.

نلاحظ تواجد مستحاثات حيوانية (الميزوزور) وأخرى نباتية (Glossopteris) من جهتي المحيط الأطلسي يتراوح عمرها مابين 240 و 260 مليون سنة ' إذن كيف انتقلت هذه المستحاثات من افريقيا لأمريكا الجنوبية علما أنها لا تجيد السباحة ؟ هذا دليل اخر على أن القارتين كانتا ملتحمتين على شكل كتلة قارية واحدة .

استنتاج

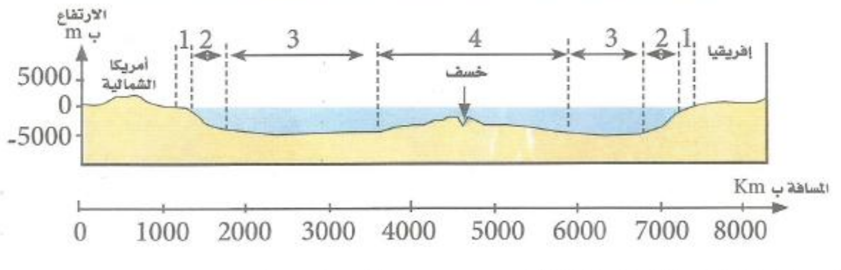
تبين البراهين الثلاثة السابقة أن القارتين افريقيا وأمريكا الجنوبية كانتا ملتحمتين على شكل قارة واحدة ثم انفصلتا وتباعدتا ونشأ بينهما المحيط الأطلسي .

---

4. معطيات علمية أخرى تدعم النظرية : دراسة قعر المحيط الأطلسي

أ ـ الدراسة الطبوغرافية

الوثيقة 2 تمثل الوثيقة مظهرا جانبيا يبرز مختلف تشكلات قعر المحيط الأطلسي.



1 - هضبة قارية Plateau continental
2 - حافة قارية Talus continental
3 - سهل لُجِّي Plaine abyssale
4 - ذروة وسط محيطية Dorsale medio-oceanique

1 . عرف الذروة المحيطية : الذروة المحيطية Dorsale Océanique هي سلسلة جبلية بركانية تخترق معظم المحيطات يتوسطها خندق عميق يسمى الخسف Rift وتتميز بنشاط بركاني وزلزالي مهمين .

2. قارن طبوغرافية المحيط الأطلسي من جهتي الذروة المحيطية :

نلاحظ أن هناك تماثل تضاريس قعر المحيط (الهضبة القارية، الحافة القارية، السهل اللجي) على جانبي الذروة الوسط محيطية .

ب - الدراسة الصخرية

يعطي الجدول التالي عمر بازلت قعر المحيط الأطلسي الجنوبي بدلالة المسافة التي تفصله عن الذروة .

موقع التنقيب	التنقيب غرب الذروة	التنقيب شرق الذروة
المسافة التي تفصل موقع التنقيب عن الذروة	990 كلم	500 كلم
عمر بازلت قعر المحيط	53 مليون سنة	26 مليون سنة

1 - اعط اسم الصخرة الأساسية التي يتشكل منها قعر المحيط الأطلسي : البازلت

2 - أحسب سرعة اتساع المحيط الأطلسي نحو الغرب (Vo) وسرعة اتساعه نحو الشرق (Ve) بالسنتمتر في السنة (cm /an) .

Vo = 990 km / 53000000 an = 99000000cm / 53000000 an = 1.68 cm / an

Ve = 500 km / 26000000 an = 50000000cm / 26000000an = 1.92 cm / an

ماذا تستنتج من خلال مقارنة النتائج المحصل عليها ؟

نستنتج أن قعر المحيط الأطلسي يتسع بنفس المسافة تقريبا من جهتي الذروة كل سنة .

انطلاقا من الجدول أعلاه ، كيف يتغير عمر البازلت كلما ابتعدنا عن الذروة :

يزداد عمر البازلت كلما ابتعدنا عن الذروة في اتجاه القارتين .

استخلص مما سبق كيف تدعم نتائج دراسة قعر المحيط الأطلسي نظرية زحزحة القارات .

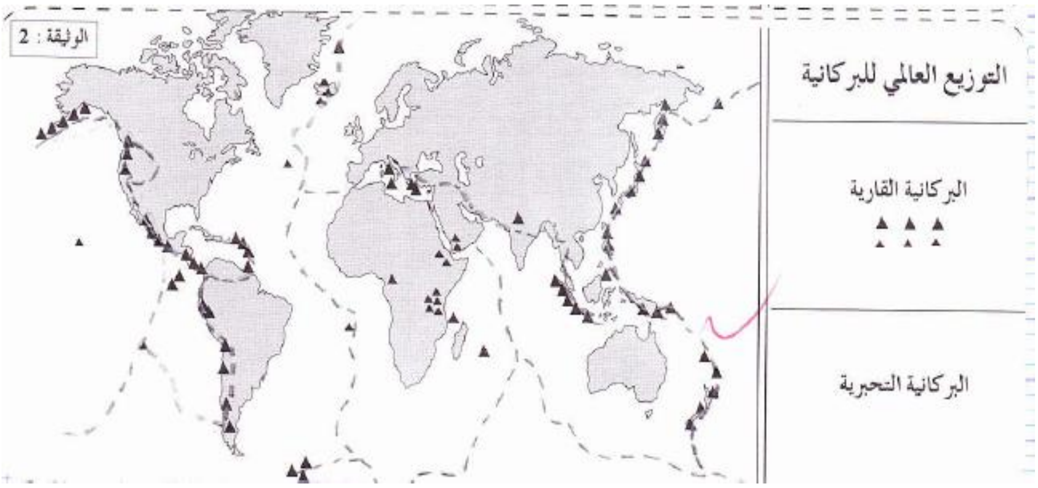
على مستوى الذروة المحيطية يتم تشكل وتجديد قعر المحيط الأطلسي باستمرار ، وذلك بتموضع قشرة بازلتية مما يؤدي إلى اتساع قعر المحيط وبالتالي تباعد القارتين (الإفريقية والأمريكية الجنوبية) : ظاهرة اتساع قعر المحيط

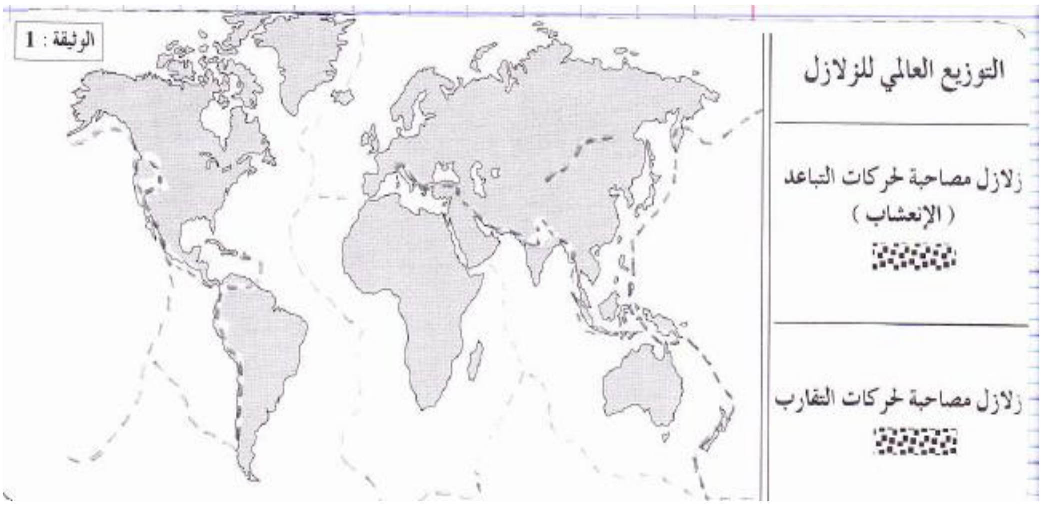
II ـ مفهوم الصفيحة الصخرية

مكنت الدراسات الجيولوجية من تقسيم الكرة الأرضية إلى قطع هادئة وصلبة نسبيا تتحرك بالنسبة لبعضها البعض تسمى الصفائح الصخرية .
كيف تنتظم هذه الصفائح على سطح الكرة الأرضية ؟ وكيف يتم قياس حركيتها ؟

1 . حدود الصفائح الصخرية

تمثل الوثيقتين التاليتين خرائط توزيع الزلازل والبراكين في العالم





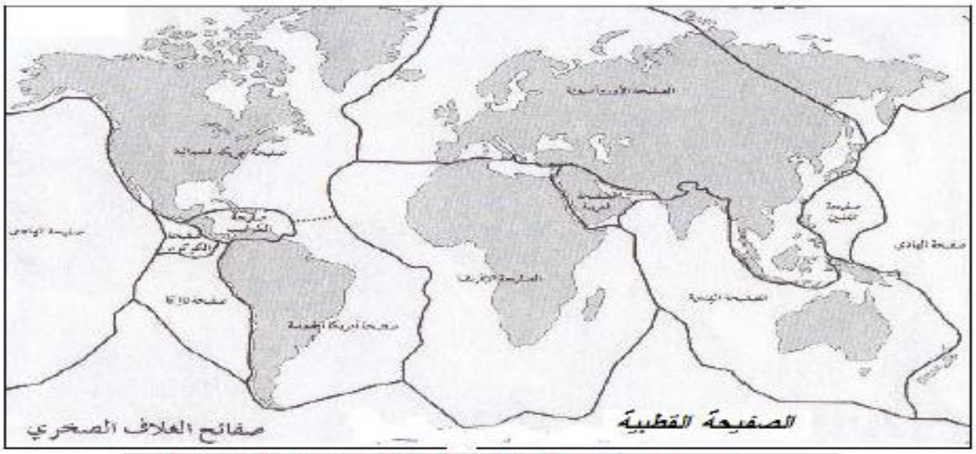
1. صف كيف تتوزع الزلاز والبراكين في العالم

تتوزع الزلازل والبراكين على شكل أحزمة ضيقة تخترق وسط المحيطات ، وتمر على سواحل بعض القارات .

2. قارن خريطة توزيع الزلازل بخريطة توزيع البراكين ، ماذا تلاحظ ؟

نلاحظ أن هناك تطابقا تاما بين مناطق انتشار الزلازل ومناطق انتشار البراكين في العالم ، مما أدى إلى تقسيم الأرض إلى وحدات تسمى : الصفائح الصخرية

3. تمثل الوثيقة التالية رسما تخطيطيا لصفائح الغلاف الصخري ، حدد عدد هذه الصفائح ؟ أنواعها ؟ اعط مثالا لكل نوع ثم لون الصفائح التي تنتمي الى نفس النوع بنفس اللون .



ر- ت يبين مختلف الصفائح المكونة لسطح الكرة الارضية

. عدد الصفائح الصخرية التي يتكون منها سطح الكرة الأرضية : 12 صفيحة

. نميز بين نوعين من الصفائح :

- ✓ صفائح محيطية كصفيحة الهادي وصفيحة نازكا
- ✓ صفائح قارية محيطية كصفيحة أمريكا الجنوبية والصفيحة الإفريقية

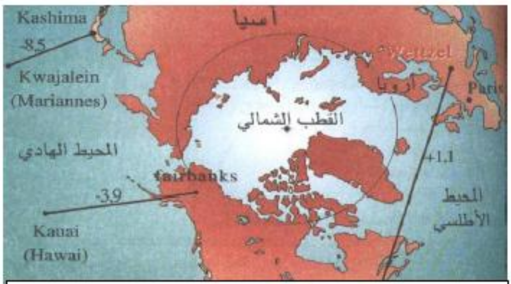
. الصفائح المحيطية باللون الأزرق والصفائح المحيطية القارية باللون الأخضر (انظلر الوثيقة)

2 ـ تقنيات حديثة لقياس حركية الصفائح

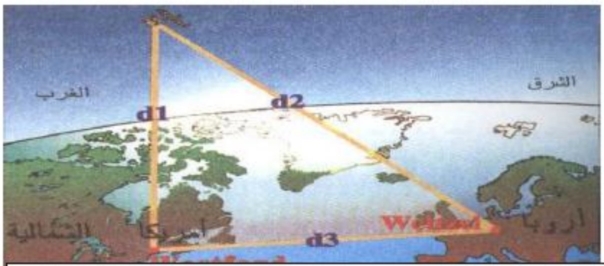
تمرين مدمج :

تصدر الأقمار الإصطناعية GPS موجات راديو *Les Ondes Radio* في زمن معين (t) وتنتشر هذه الأخيرة بسرعة معروفة (v) . يسمح حساب زمن وصول الموجات لنقط التقاطها من معرفة المسافتين $d1$ و $d2$ الموجودتين مثلا بين القمر الاصطناعي والمدينتين *westford* (الموجودة في

الولايات المتحدة الأمريكية) و $wettzel$ (الموجودة بألمانيا) ومن تم تحديد المسافة $d3$ التي تفصل بين المدينتين.



تطور المسافة بين مدن متواجدة بمختلف القارات.



الأقمار الاصطناعية GPS نظام دائم للتحديد بشكل دقيق موقع نقطة معينة على سطح الأرض.

1- اقترح فرضية تفسر بها سبب تغير المسافة بين مناطق الكرة الأرضية : حركية هذه المناطق

2- اعتمادا على معطيات التمرين ، حدد طريقة حساب هذه المسافة

لدينا $d1 = V.t1$ و $d2 = V.t2$ و إذا اعتبرنا المثلث قائم الزاوية فإن : $d_1^2 + d_3^2 = d_2^2$

وبالتالي فإن : $d_3^2 = d_2^2 - d_1^2$ أي أن : $d_3 = \sqrt{d_2^2 - d_1^2}$

3- حدد أنواع الحركة التي تحدث ، مع ذكر أمثلة لها .

. الصفائح التي تحدث بينها حركة تباعد (الأرقام الموجبة) : الأوروأسيوية و أمريكا الشمالية

. الصفائح التي تحدث بينها حركة تقارب (الأرقام السالبة) : صفيحة الهادي وأمريكا الشمالية

4- استنتج تعريف الصفيحة الصخرية : هي قطعة صلبة وهادئة نسبيا من سطح الأرض تحدها مناطق ضيقة تعرف نشاطا زلزاليا وبركانيا مهمين.

III - مصدر الطاقة المسؤولة عن حركية الصفائح

تتحرك الصفائح الصخرية بالنسبة لبعضها البعض ، إما في حركة تباعد وإما في حركة تقارب

فماهو مصدر الطاقة المسؤولة عن حركية الصفائح ؟

1. تطور درجة الحرارة الأرضية ومصدرها

تمرين مدمج :

يمثل الجدول التالي تطور درجة حرارة الأرض بدلالة العمق

العمق ب km	1000	2000	3700
درجة الحرارة ب °C	1500	2000	4000

1ـ أنجز منحنى تغير درجة الحرارة بدلالة العمق (السلم 1سم يمثل °C500 و 1سم يمثل 500 كلم)

انظر الورق الميليمتري

2ـ حلل المنحنى المحصل عليها

تزداد درجة حرارة الأرض كلما ازداد العمق . ويسمى تغير درجة حرارة الأرض حسب العمق بالدرجة السعيرية .

3ـ لمعرفة مصدر الحرارة في عمق الأرض نقترح عليك المعطيات الممثلة في الجدول التالي :

أغلفة الكرة الأرضية	الحجم بالمليار Km2	كمية الأورانيوم بالمليار طن	كمية الحرارة المنتجة بالمليار جول في الثانية
القشرة الأرضية	بين 4 و 4,5	9300	9000
الرداء	920	27600	30000

1. قارن كمية الحرارة المنتجة على مستوى كل من القشرة الأرضية والرداء ؟

كمية الحرارة المنتجة على مستوى الرداء أكبر من كمية الحرارة المنتجة على مستوى القشرة الأرضية .

2. علما أن تفتت الأورانيوم وعناصر إشعاعية أخرى غير مستقرة وتحولها إلى عناصر أكثر استقرارا يصاحبه تحرير الحرارة . فسر سبب ارتفاع درجة حرارة الأرض حسب العمق .

ارتفاع درجة الحرارة حسب العمق ناتج عن ارتفاع كمية الطاقة المحررة نتيجة تفتت عناصر إشعاعية النشاط على مستوى الأغلفة الداخلية للأرض .

استنـــــتاج

ترتفع درجة حرارة الأرض كلما اتجهنا نحو العمق ، وذلك لتواجد صخور تحتوي على مواد إشعاعية والتي تتفتت مع مرور الزمن وتسبب تدفق كمية هائلة من الحرارة نحو سطح الأرض .

2 . العلاقة بين تدفق حرارة الأرض وحركية الصفائح

فرضية : لتفسير مصدر الحركة النسبية للصفائح الصخرية يفترض الجيولوجيون وجود تيارات حمل حراري بطيئة داخل الرداء . وهي عبارة عن تنقل المادة في الحالة الصلبة . محرك هذه التيارات هي الحرارة الصادرة عن تفتت العناصر الإشعاعية النشاط .

<u>مناولـــة</u> :

تمثل الوثيقة 5 ص 17 من ك.م مناولة بسيطة لتفسير مصدر حركية الصفائح .

ر – ت لمناولة بسيطة لفهم حركية الصفائح

1. صف المناولة أعلاه (الوسائل والبروتوكول التجريبي) : انظر الوثيقة

2. قارن بين بداية التجربة ونهايتها ، ماذا تلاحظ ؟

في بداية التجربة (عندما يكون الماء باردا) تستقر حبات البن في قعر الإناء وتبقى قطعتا الإسفنج جنبا إلى جنب .. وفي نهاية التجربة (عند غليان الماء) نلاحظ ظهور حركات دائرية لحبات البن والماء نتيجة اختلاف درجة الحرارة بين الأسفل والأعلى .

3. كيف تفسر هذه النتائج ؟

عندما ترتفع درجة الحرارة في الأسفل تقل كثافة حبات البن فتصعد نحو الأعلى ، حيث تصادف حرارة أقل فترتفع كثافتها فتنزل نحو الأسفل . فينتج عن هذا حدوث تيارات تسمى <u>تيارات الحمل الحراري</u> والتي تؤدي إلى تباعد قطعتي الإسفنج .

4. انطلاقا من كل ما سبق ، حدد مصدر الطاقة المسؤولة عن حركية الصفائح ؟

(انظر الوثيقة 4 ص 17 من ك.م)

يؤدي تدفق الطاقة الحرارية على مستوى الرداء نتيجة تفكك العناصر الإشعاعية النشاط إلى حدوث حركات للمادة تحت الصفائح (في مستوى الأستينوسفير) فتتشكل بذلك تيارات حمل حراري <u>صاعدة</u> على مستوى <u>الذروة المحيطية</u> مما يؤدي إلى <u>تباعد الصفيحتين</u> ، و تيارات حمل حراري <u>هابطة</u> على مستوى <u>منطقة الطمر</u> مما يؤدي إلى <u>تقارب الصفيحتين</u> .

<u>من إنجاز : ذ . عبد الرحيم حاميم</u> <u>Abou Farah</u>

أكتوبر 2015